

南魚沼郡六日町西方の第三紀層に含まれる生痕化石について

堀 川 幸 夫*

南魚沼郡六日町西方に分布する第三紀層を調査し中越層群に対比した。そこに含まれる生痕化石をその形態から、ちくわレーベン、おおちくわレーベン、パイプレーベンにタイプ分けし、外部形態と内部構造を記載した。さらに、同層準の軟体動物その他の大型化石及び生痕化石を含む母岩の粒度組成から、生痕が形成された環境を考察した。また、現生生痕との比較から生痕を形成した生物について一応の考察を加えた。

1 はじめに

生痕化石は現地性の生態を示す化石であり、県内の第三紀層、第四紀層に広く産出する。これについての詳細な記載は、松代・松之山グループの報告(1967、'69)をのぞいては外に見あたらない。

筆者は、六日町西方の野田、岩之沢川を中心としたほぼ4 km四方の第三紀層に含まれる生痕化石を調査し、生痕化石の形態分類、生痕化石帯の粒度分析と貝化石の同定を行ない、堆積環境を考察した。調査にあたっては歩測によって1/1,000のルートマップを作成し、それをもとに地質図と地質柱状図を作成した。この研究を行なうにあたって指導、助言と貝化石の同定をいただいた新潟大学歌代 勲博士、小林巖雄博士、粒度分析の指導をいただいた新潟女子高等学校田中久夫先生とお世話になった生痕グループの皆さんに深くお礼申し上げる。



(図1) 調査地

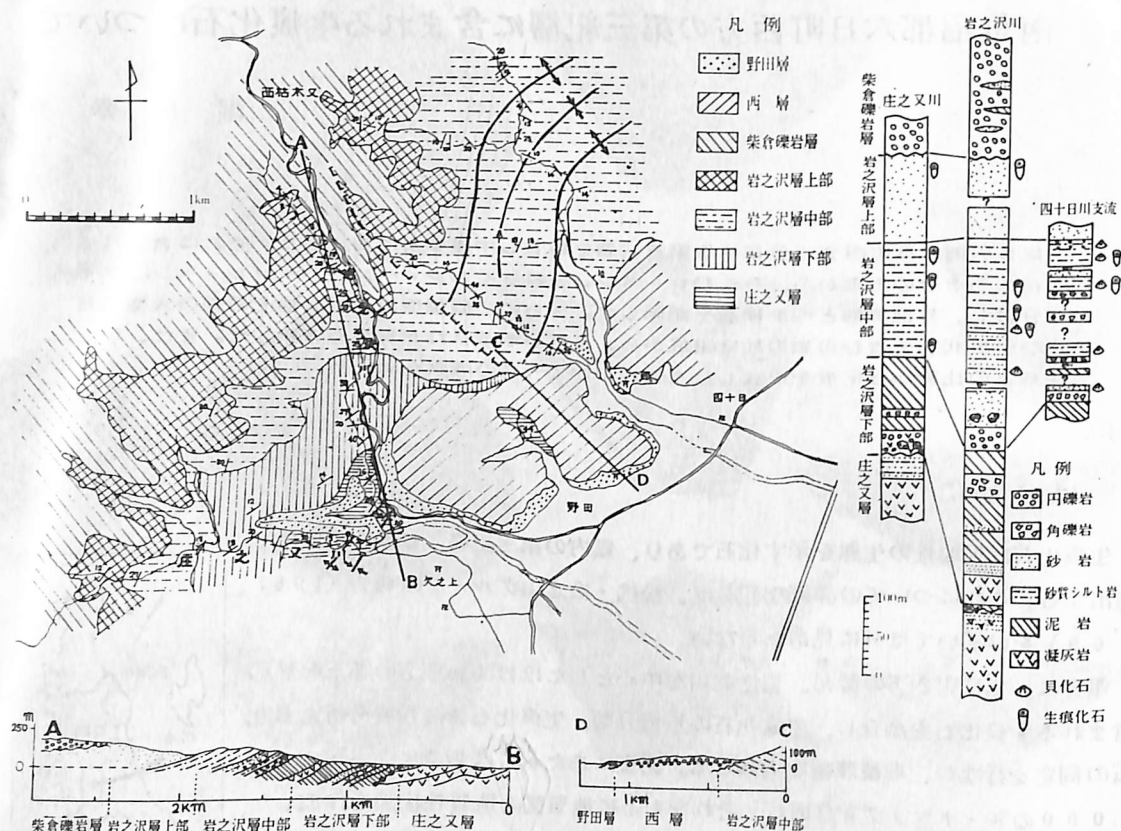
2 地質について

(1) 地質概論

調査地域は魚沼丘陵の魚野川にむかう斜面に含まれる。この地域の第三紀層はほぼN30°Eの走向をもち北西方向へ傾斜している。また、その上部は魚沼層群の著しい礫岩層によって不整合におおわれている。魚野川にむかう斜面に沿って特異な“くさり礫層”が発達し、谷の下流部には小規模な河岸段丘がみとめられる。庄之又川と四十日川は山地から六日町盆地に流入し、魚野川河床まで60 mなだらかに低下する扇状地をつくっている。第三紀層はN30°E方向の2本の背斜軸と1本の向斜軸をもってしゅう曲している。また、N70°W方向の小断層が多い。

調査地域の地層を区分して下位より庄之又層、岩之沢層下部、岩之沢層中部、岩之沢層上部、柴倉礫岩層、西層、野田層とする。

* 理科長期研修員(六日町理科教育センター、六日町立六日町小学校)



(図2) 調査地域の地質図、柱状図、断面図

ア 庄之又層

模式地は庄之又川と岩之沢川に分岐点から岩之沢川上流500mの範囲である。本層の分布は狭く、上記の分岐点近辺に限られている。下位より細粒の軽石質凝灰岩、細粒凝灰質砂岩、シルト岩と細粒～中粒砂岩の互層などから構成されている。層厚は80m以上であり、下位層との関係は不明である。

イ 岩之沢層下部

模式地は野田・西枯木又間の県道に沿う開拓部落跡の上下の露頭とする。庄之又層を不整合におおひ、基底部の礫岩は黒色の砂岩、シルト岩などの礫で構成され、充てん物に白色の軽石を含んでいる。本層は下部より白色粗粒の軽石凝灰岩、細粒～中粒の凝灰質砂岩、*Makiyama chitani* MAKIYAMA を含み節理の発達した暗灰色泥岩層などから構成されている。なお、暗灰色泥岩層の中部には石英安山岩と泥岩の角礫からなる30mの角礫岩層がある。岩之沢層下部の層厚は210mである。

ウ 岩之沢層中部

模式地は岩之沢川新えんてい(47年竣工)を中心として上下流400mの間とする。岩之沢層下部に整合に重なる。両層の境は岩之沢層下部の暗灰色泥岩と、その上に重なる層厚約30mで細礫～中礫

からなる礫岩層との間におく。本層は下部より古生代の礫岩のブロックを含む平行葉理の発達した青灰色中粒砂岩層、層理に垂直なかつ色の結核を含む灰色砂質シルト岩層で構成されている。この砂質シルト岩層には生痕化石が密集帯を形成し、貝化石も多産する。層厚は240mで広く分布する。

エ 岩之沢層上部

模式地は野田北西方2kmの県道沿いの露頭とする。岩之沢層中部に整合に重なる。両層の境を岩之沢層中部の灰色砂質シルト岩層と、その上の青灰色中粒砂岩層の間におく。本層は細粒～中粒の砂岩で構成される。下部はかっ鉄鉱のしみこみによる不規則な模様があり、上部は細礫やシルトの連続性に乏しい薄層をはさみ、層理に平行で偏平な砂岩の結核を含んでいる。本層には3つのタイプの生痕化石が確認され、その1つのタイプは最上部で密集帯を形成している。層厚は80mで広く分布する。

オ 柴倉礫岩層

模式地は野田・西枯木又県道の前記大露頭とする。岩之沢層上部を不整合におおう。両層の境は岩之沢層上部の中粒砂岩層と、これをおおう中礫を主とした礫岩層の間におく。礫岩層は石英せん緑岩、はんれい岩、花こうせん緑岩、輝緑岩、石英はん岩、流もん岩、けい岩、片麻岩などで構成され、25～350cmの連続性に乏しい灰色シルト岩層や青灰色砂岩層をはさんでいる。この礫岩層の層厚は85m以上で、最下部より約35m以上には10～20%程度の“くさり礫”が含まれている。“くさり礫”の腐食の程度は上部へいくにしたがって著しくなる。

カ 西層

模式地は西部落西方0.4kmに位置する四十日川支流左岸の露頭とする。本層は魚沼丘陵の魚野川にむかう斜面に、扇頂から約160mの高さまで分布し丘陵地形をつくっている。基盤の岩之沢層下部、中部を不整合におおっている。堆積物はかっ色粘土、かっ色砂を充てん物とする著しく腐食した礫層で、礫は中礫～大礫である。柴倉礫岩層に見られる“くさり礫”より腐食が著しく、一見するとかっ色粘土層と見まちがうほどである。堆積物と産状から崖錐堆積物と考える。層厚は20m以上である。

キ 野田層

模式地は野田部落南端の野田・西枯木又県道に面した露頭とする。平坦面をもった河岸段丘堆積物である。堆積物は礫層で樹形山溶岩(玄武岩質安山岩)を含み、その厚さは西で19m、庄之又川沢口で11mである。礫層中に腐食した礫は見あたらない。

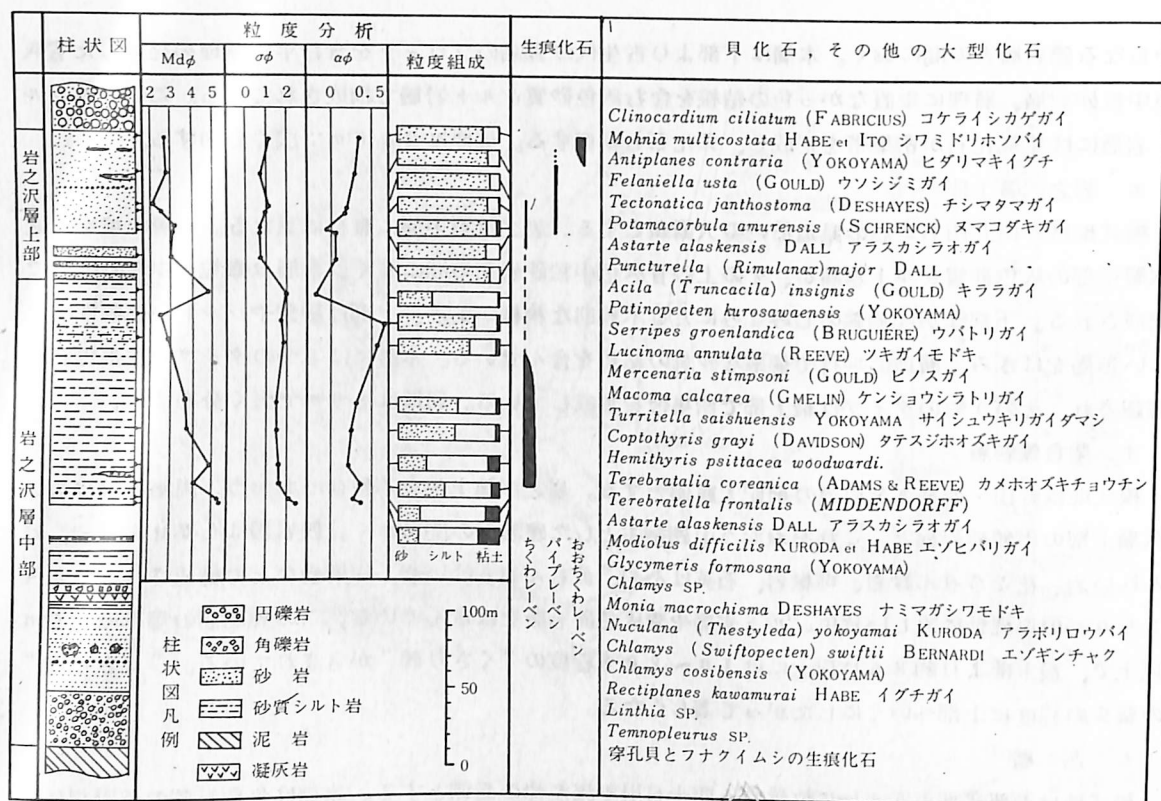
(2) 対 比

岩相と化石(図3)から庄之又層を椎谷層に、岩之沢層下部を西山層に、岩之沢層中部と上部を灰爪層に、柴倉礫岩層を魚沼層最下部に、西層を矢代田層に、野田層を沖積段丘にそれぞれ対比した。

3 生痕化石について

(1) 生痕化石の形態分類

松代・松之山グループの報告にある形態分類を適用して、調査地域から産出する生痕化石を、ちくわレーベン *Tikuwaleben inubuseensis* (MS)、おおちくわレーベン *Ootikuwaleben ojiyaensis* (MS)、パイプレーベン *Pipeleben hukujimaensis* (MS) の3つのタイプに形態分類し、新たに学



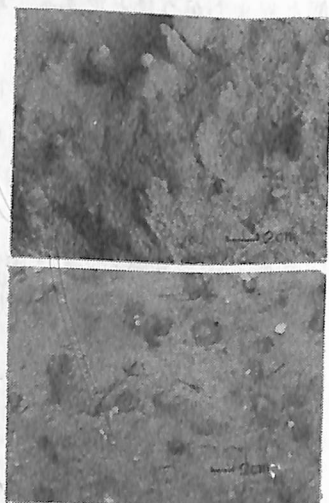
(図3) 生痕化石、貝化石その他の大型化石、粒度分析

名(仮称)を付した。

ア ちくわレーベン *Tikwaleben inubuseensis* (MS) pl-1 2~4

岩之沢層中部の砂質シルト岩層中部から岩之沢層上部の中部にわたって産出し、密集帯を形成する。産状は層理にほぼ垂直である。(図4)

横断面中央部にほぼ円形の径3~5mmの砂で充てんされた芯(巣穴)があり、芯をとりまき最大径70mmの砂とシルトや粘土でできた壁(silt wall)が発達する。silt wallには侵食面で年輪状構造やつぼみの横断面に似た模様が現われていることがある。縦断面では、ほぼまっすぐに伸びた芯の両側のsilt wallはくさび型であり、ロート状の構造(pl-1の1,3a)が見られる。silt wallの下端部は母岩に漸移するため芯の下端部を確認できない。一方、上部は丸味を帯びたsilt wallとなり芯の入口のはっきりしない場合が多い。また、一見するとかっ色の結核とよく似た産状を呈するものがある。結核状silt wallの外壁には松笠に似た模様(pl-1の4)が見られることが多い。さらに、芯の部分が中空である個体もみとめられる。垂直分布は広く、各地に産出する。



(図4) ちくわレーベンの産状

イ おおちくわレーベン *Ootikwaleben ojiyaensis* (MS) pl-1の8~10

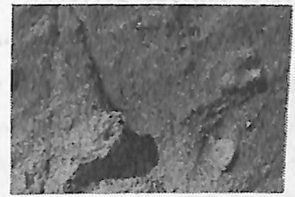
岩之沢層上部の最上部を構成している細礫まじりの砂岩層に産出する。

(図5) 産状は層理面に対する規則性はみとめられない。横断面中央部に8~10mmの芯があり、それを年輪状構造のあるsilt wallがとりまいている。silt wallはほぼ円形で径20~60mmで、砂とシルト、粘土からなりちくわレーベルに似ている。縦断面では、芯がまっすぐ伸びるもの、ゆるやかに湾曲や屈曲をずるものがある。silt wallのロート状の構造はちくわレーベルが5°~30°(silt wall内壁からの角度)である

のに対して5°以下である。長さは9.0cm以上に達し、50cmを超える個体では、ロート状の構造が芯を切る場合が多く芯は断続する。また、silt wallの外壁を母岩の葉理が切っている現象もみとめられる一方、かつ鉄鉾の沈着で母岩とはっきりした境のある個体もある。垂直分布は狭い。

ウ パイプレーベン *Pipeleben hukujimaensis* (MS) pl-1 12

岩之沢層上部の細粒~中粒青灰色砂岩層に産出する。(図6) 本種を産する地層は前記2種の層準にまたがる。横断面はほぼ円形で径15~20mmの様な芯を2~5mmのsilt wallがとりまいてる。silt wallの内壁は芯に充てんした砂とはっきりした境界をつくるのに対して外壁は母岩に漸移している。この芯は分岐しまがりくねっている。露頭では約20cm以上の追跡は困難で長さは不明である。



(図5) おおちくわレーベンの産状

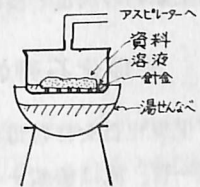


(図6) パイプレーベンの産状

(2) 薄片での観察

ア 薄片の作り方

- ① 資料を風乾し、適当な断面を岩石カッターで切断す。(水を使用しない)
- ② レーキサイドセメントのアルコール溶液(アルコール100ccにレーキサイドセメント30gを溶かす)に浸し十分浸透させる。(容器は図7)
- ③ 容器を湯せんなべ上で加熱しアルコールを蒸発させ、冷却後容器の底を急熱し資料を取り出す。灯油で研磨後適当な大きさのガラスに貼付する。
- ④ 5mm程度の厚さに切断後研磨によって構造が見られる程度に薄くする。



(図7) 装置

イ 薄片での観察

(ア) ちくわレーベン

silt wallはシルト、粘土と砂で構成されている。silt wall横断面では、芯を中心として粘土、シルト、砂がほぼ円形に配列し、粘土やシルトの多い部分が年輪にあたる部分となっている。また、砂はその長径方向を結ぶと年輪状構造に平行した線が描かれるように並んでいる。内壁はシルト、粘土からなり、芯と明りょうな境をつくっている。

縦断面の薄片に見られるロート状の構造は、カッター切断面に見られるそれよりはるかに微細である。切断面では一様なシルトに見える部分にもロート状の構造がみとめられる。また、silt wallに含まれる砂の長径方向はロートの壁にあたる部分に平行なものが優性である。砂を充てんしている砂は母岩構成物質中の粗粒な砂にあたり、砂の長径方向は芯の横断面方向にほぼ一致し、芯の中央部で下にたわ

んだ配列がみとめられる。この配列は、芯の下端部が母岩に漸移する部分にもみられ、巣穴が母岩にくいこんでいることがたしかめられる。さらに、切断面では年輪状構造、ロート状の構造などの微細構造がまったく見られないかっ色結核状 silt wall を薄片にすると、微細構造がはっきりわかる。

(イ) おおちくわレーベル

silt wall は砂、シルトと粘土で形成され、微細構造はシルト、粘土で決定される。砂の長径方向は微細構造に平行のものが優勢である。かっ鉄鉱は外壁で $1 \sim 2 \mu$ 、内壁で約 0.5μ である。

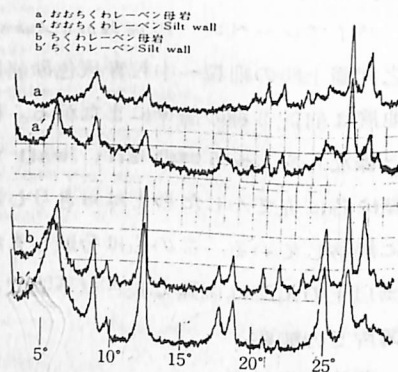
(ウ) パイプレーベル

切断面で $2 \sim 5 \mu$ の一様に見えた silt wall はシルトの 1μ 程度のちみつな内壁と砂の混入した部分から構成されている。また、内壁から $8 \sim 10 \mu$ までの母岩にシルトの侵みこみがみとめられる。パイプ内部に母岩中の粗粒な砂が充てんしている。

(3) silt wall に含まれる粘土鉱物の X 線解析について

silt wall の粘土鉱物と母岩の粘土鉱物に差異がみとめられるかどうか、X 線解析^{*}によって検討した。分析方法は水ひによって分離した 2μ 以下の粒子をガラス板にはりつけて定方位試料とした。結果は図 8 である。

図からわかるように、 15 \AA 、 10 \AA 、 7 \AA 、 4.8 \AA 、 3.3 \AA 、 3.2 \AA 、 15 \AA と 14 \AA 及び 10 \AA と 7 \AA の混合層などの特徴あるピークがみとめられるが、silt wall と母岩の比較ではピークの位置に差異はみとめられない。(詳細な粘土鉱物の決定と検討は後日にゆづる。)



(図 8) X 線回折曲線の一例

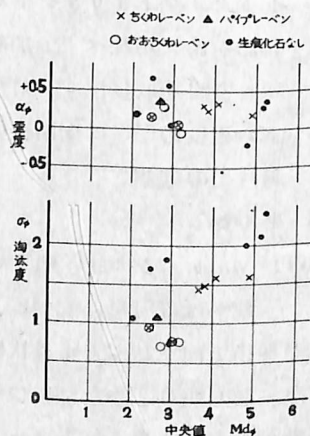
4 生痕化石帯の粒度について

生痕化石を含む母岩からにぎりこぶし大の資料を採集し、砂はエメリー管、泥は蓆酸ナトリウムを分散剤とした泥殿法で分析し、累積曲線から $\phi 16$ 、 $\phi 50$ 、 $\phi 84$ の値をもとめて中央粒径値 ($Md \phi$)、とうた度 ($\sigma \phi$)、歪度 ($\alpha \phi$) を算出した。結果は図 9 と図 3 である。

図から、 $Md \phi$ と $\sigma \phi$ では生痕化石の形態別に 2 つのグループがみとめられ生痕化石を含まない地層と区別される傾向を示している。

5 生痕化石帯の貝化石、その他の大型化石

同定された貝化石及びその他の大型化石は、腕足類 4 種、腹足類 9 種、斧足類 18 種及び穿孔貝 2 種の生痕化石、ウニ 2 種である。種名を図 3 に示した。貝化石の構成から大桑一万願寺動物群に対比した。



(図 9) 粒度分析の結果

* 装置 理学電機ガイガーフレックス、対陰極 Cu、Ni フィルター、30KV-15mA、カウントレンジ 1000 cs、タイムコンスタント 2、スキャンスピード 1°/min、スリット系 1-1-Q6、ディテクター GM。

6 考 察

(1) 生痕化石の形態について

調査地域の地層から産出した生痕化石を、形態から3つのタイプに分類した。現生生物の生痕の研究³⁾では、同一種でも地理的分布や棲息環境によって巣穴の形態が異なることや、一つの巣穴に2種のカニが共生している事実がたしかめられていることから、3タイプの生痕化石は3種類の生物の巣穴であるといきれない。silt wallの年輪状構造、ロート状の構造などは、現生の巣穴を観察するとその内壁にシルト、粘土やかっ鉄鉋の付着がみとめられることから生物が生存していた時形成された構造といえる。なお、シルト及び粘土の付着は生物自身が造巣活動の過程で粘液などによって付着せしめたものか、泥水を入れたガラス容器の内壁にシルトや粘土が付着する機構と同一であるものか、はっきりしたことは云えない。形態の比較では、ちくわレーベン、おおちくわレーベンはKIKUCHI(1966)⁴⁾の記載に類似し、密集帯の形成や地層面にはほぼ垂直に入る産状から多毛類などの細長い生物の生痕化石と推定される。つぎに、パイプレーベンは内壁にツメ跡のない点をのぞけば、分岐し曲がりくねる特徴は歌代³⁾らの報告にあるカニ類の生痕に類似し、小型のカニの生痕化石と推定される。

(2) 粒度分析からみた生痕化石帯の堆積環境

ちくわレーベンの密集帯では $Md\phi 4.1$ 、 $\sigma\phi 1.5$ 、 $\alpha\phi 0.28$ の平均値を示し、野外では層理のはっきりしない砂質シルト岩層である。これらに奈須⁵⁾(1956)の結果を適用すれば河口沖-12m以深の正浅海区の堆積物と推定される。パイプレーベン帯、おおちくわレーベン帯では $Md\phi 2.7$ 、 $\sigma\phi 0.9$ 、 $\alpha\phi 0.15$ の平均値を示し、野外では細礫やシルト岩のはさみがある細粒~中粒の砂岩層である。また、おおちくわレーベンのsilt wallが葉理に切られている現象が見られる。奈須⁵⁾の結果を適用すれば、-12m以浅の河口沖堆積物と推定される。

(3) 貝化石、その他の大型化石からみた生痕化石帯の堆積環境

岩之沢層中部から産出した貝化石は*Turritella saishuensis* YOKOYAMA, *Patinopecten kurosawae-nis* (YOKOYAMA) のような寒流系浅海区の細砂泥質に生息する貝化石が優勢である。これらと同層準に、流木に残されたフナクイムシ、シルトのノジュールに残された穿孔貝の生痕化石やウニ化石が産出する。これらのことから寒流系正浅海区の堆積環境と推定される。地質時代は鮮新世後期である。

7 ま と め

- ① 調査地域の地層を下位より庄之又層、岩之沢層下部、岩之沢層中部・上部、柴倉礫岩層、西層、野田層に区分し、それぞれ椎谷層、西山層、灰爪層、魚沼層、矢代田層、沖積段丘に対比した。
- ② 生痕化石は、岩之沢層中部と上部に産出し密集帯を形成している。
- ③ 調査地域から産する生痕化石の形態は大きさ及びsilt wallの構造から、ちくわレーベン、おおちくわレーベン、パイプレーベンに分類し、silt wallの微細構造を記載した。さらに、ちくわレーベンとおおちくわレーベンは多毛類、パイプレーベンは小型のカニの生痕化石と一応推定した。
- ④ 生痕化石のsilt wallの微細構造は生物が生存していた当時に形成されたものである。

- ⑤ 生痕化石帯の粒度分析からちくわレーベンは正浅海区の-12m以深、おおちくわレーベンとパイプレーベンは正浅海区の-12m以浅の河口沖で形成された生痕と推定した。
- ⑥ 貝化石、その他の大型化石から生痕化石は鮮新世後期の寒流系正浅海区の生痕と考えられる。

8 おわりに

今後、現生生痕の形態とその環境を研究し、生痕化石と対比することによって生痕化石の構造の形成機構と形成環境を明らかにしていきたい。

文 献

1)~5)は引用文献：・印は参考文献

- 1) 松代・松之山グループ：新潟県東頸城郡松代町福島周辺に分布する生痕化石について 平松義尚先生退職記念論文集 (1967)
- 2) 松代・松之山グループ：新潟県東頸城郡松代・松之山地方に発達する新第三紀層について—予報— 松代・松之山グループ (1969)
- 3) 歌代動生痕研究グループ：ハサミシヤコエビ *Laomedia astacina de* HAAN の生態と生痕 新潟大学教育学部高田分校研究紀要 (1968)
- 4) TAKAO KIKUCHI: On the Silt Pipe in the Pleistocene Sandstone in Chiba Prefecture, Japan
- 5) 星野通平編：浅海地質学、東海大出版会 (1971) PP. 174~177 (1966)
- ・ Yoshio KASENO and Nobuomi MATSUURA: Pliocene Shells from Omma Formation around Kanazawa City, Japan (1965)
- ・ Jiro MAKIYAMA: TERTIARY FOSSILS FROM VARIOUS LOCALITIES IN JAPAN, part I, II, III, IV, PUBLISHED BY THE SOCIETY, (1958)
- ・ 千葉地学教育研究会：千葉県地学図集第5集二枚目編 (1968)

図版 I 生痕化石

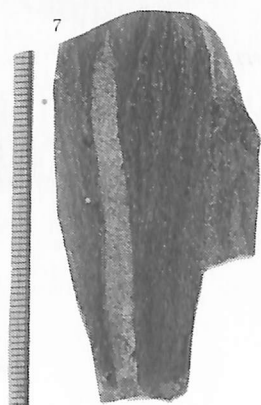
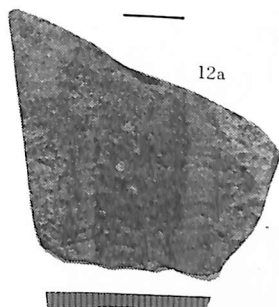
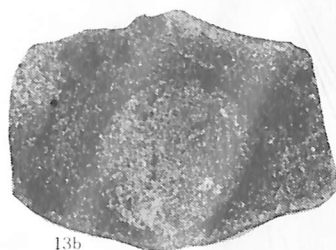
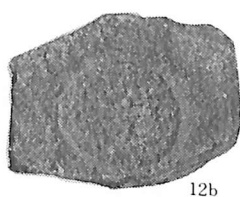
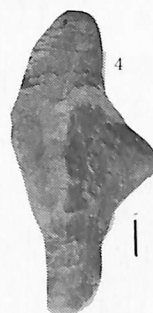
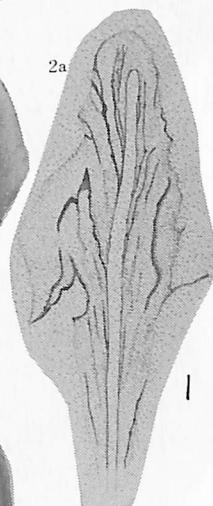
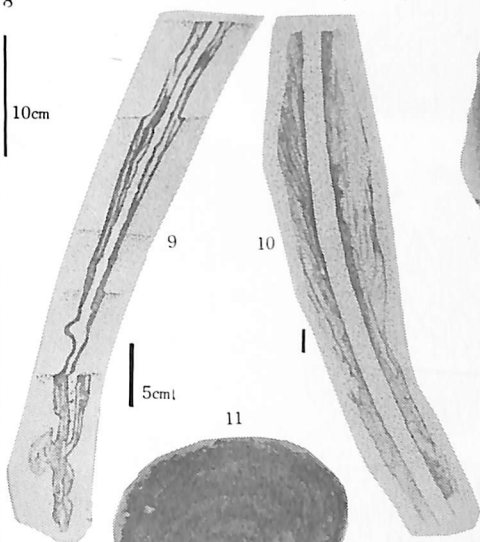
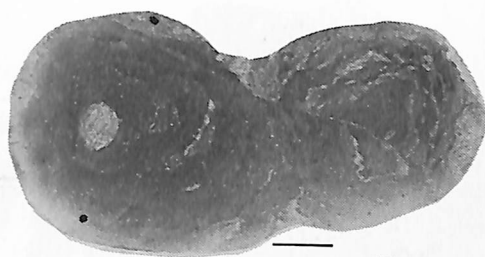
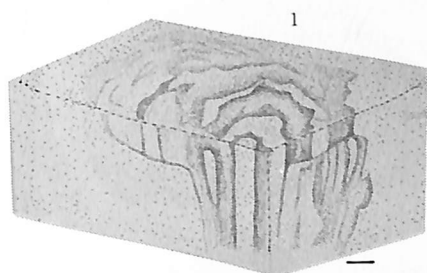
a: 縦断面, b: 横断面 図中の実線は1cmを表わす

- | | | | |
|---------------|------------------|--------------------|---------------|
| 1 ロート状の構造 | 4 同外壁の松笠に似た模様 | 7 同 薄片 | 12 パイプレーベン切断面 |
| 2 ちくわレーベンの切断面 | 5 芯が中空であるちくわレーベン | 8, 9, 10 おおちくわレーベン | 13 同 薄片 |
| 3 同 薄片 | 6 ちくわレーベン | 11 ちくわレーベン横断面 | |

図版 II 貝化石その他の大型化石

- | | |
|---|---|
| 1. <i>Patinopecten kurosawaensis</i> (YOKOYAMA) ×0.5 | 14. <i>Chlamys cosibensis</i> (YOKOYAMA) ×0.8 |
| 2. <i>Lucinoma annulata</i> (REEVE) ×0.8
ツキガイモドキ | 15. <i>Tectonatica janthostoma</i> (DESHAYES) ×1
チシマタマガイ |
| 3. <i>Serripes groenlandica</i> (BRUGUIERE) ×0.5
ウバトリガイ | 16. <i>Antiplanes contraria</i> (YOKOYAMA) ×1
ヒダリマキイグチ |
| 4. <i>Clinocardium ciliatum</i> (FABRICIUS) ×0.8
コケライシカゲガイ | 17. <i>Rectiplanes kawamurai</i> HABE ×0.8
イグチガイ |
| 5. <i>Mercenaria stimpsoni</i> (GOULD) ×0.7
ビノスガイ | 18. <i>Mohmia multicostata</i> HABE et ITO ×1
シワミドリホソバイ |
| 6. <i>Macoma calcaria</i> (GMELIN) ×1
ケンシヨウシラトリガイ | 19. <i>Turritella saishuensis</i> YOKOYAMA ×1.5
サイシユウキリガイダマシ |
| 7. <i>Modiolus difficilis</i> KURODA et HABE ×0.7
エノヘバリガイ | 20. <i>Puncturella (Rimulanax) major</i> DALL ×1
キタノオオコウダカスカシガイ |
| 8. <i>Astarte alaskensis</i> DALL ×1
アラスカシラオガイ | 21. <i>Terebratalia coreanica</i> (ADAMS & REEVE) ×1
カメホオズキチヨウチン |
| 9. <i>Potamocorbula amurensis</i> (SCHRENCK) ×1
ヌムユダキガイ | 22. <i>Coptothyris grayi</i> (DAVIDSON) ×0.4
タテシホオズキガイ |
| 10. <i>Acila (Truncacila) insignis</i> (GOULD) ×1.5
キララガイ | 23. <i>Linthia</i> sp. ウニ ×0.4 |
| 11. <i>Nuculana (Thestylea) yokoyamai</i> KURODA ×1
アラポリロウバイ | 24. <i>Temnopleurus</i> sp. ウニ ×0.4 |
| 12. <i>Glycymeris formosana</i> (YOKOYAMA) ×0.8 | 25. 穿孔貝の生痕化石 ×0.5 |
| 13. <i>Monia macrochisma</i> DESHAYES ×0.6
ナミマガシワモドキ | 26. フナクイムシの生痕化石 ×0.5 |

图版 I



图版 II

